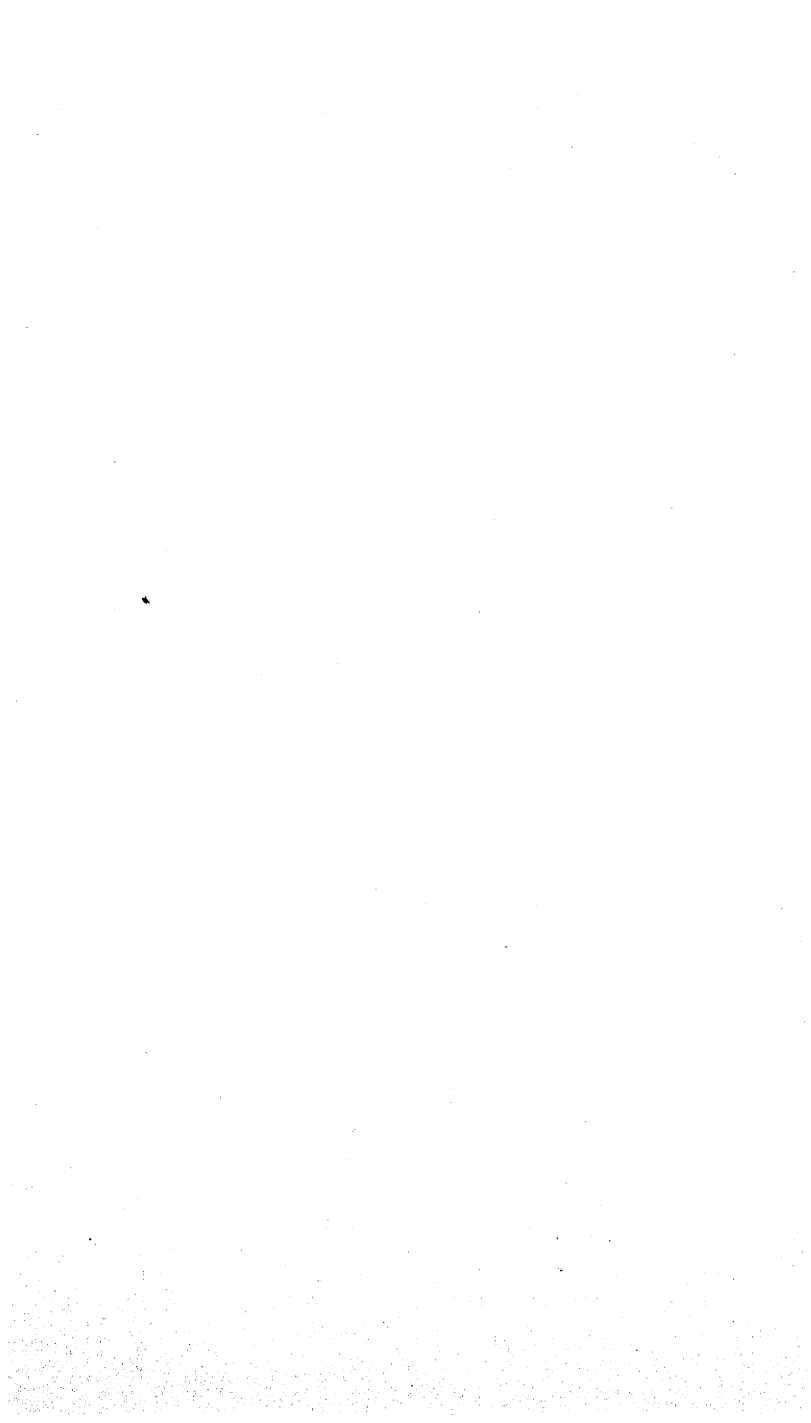


W. Blasius.

Über das Vorkommen der
Kupfers
im thierischen Organismus.

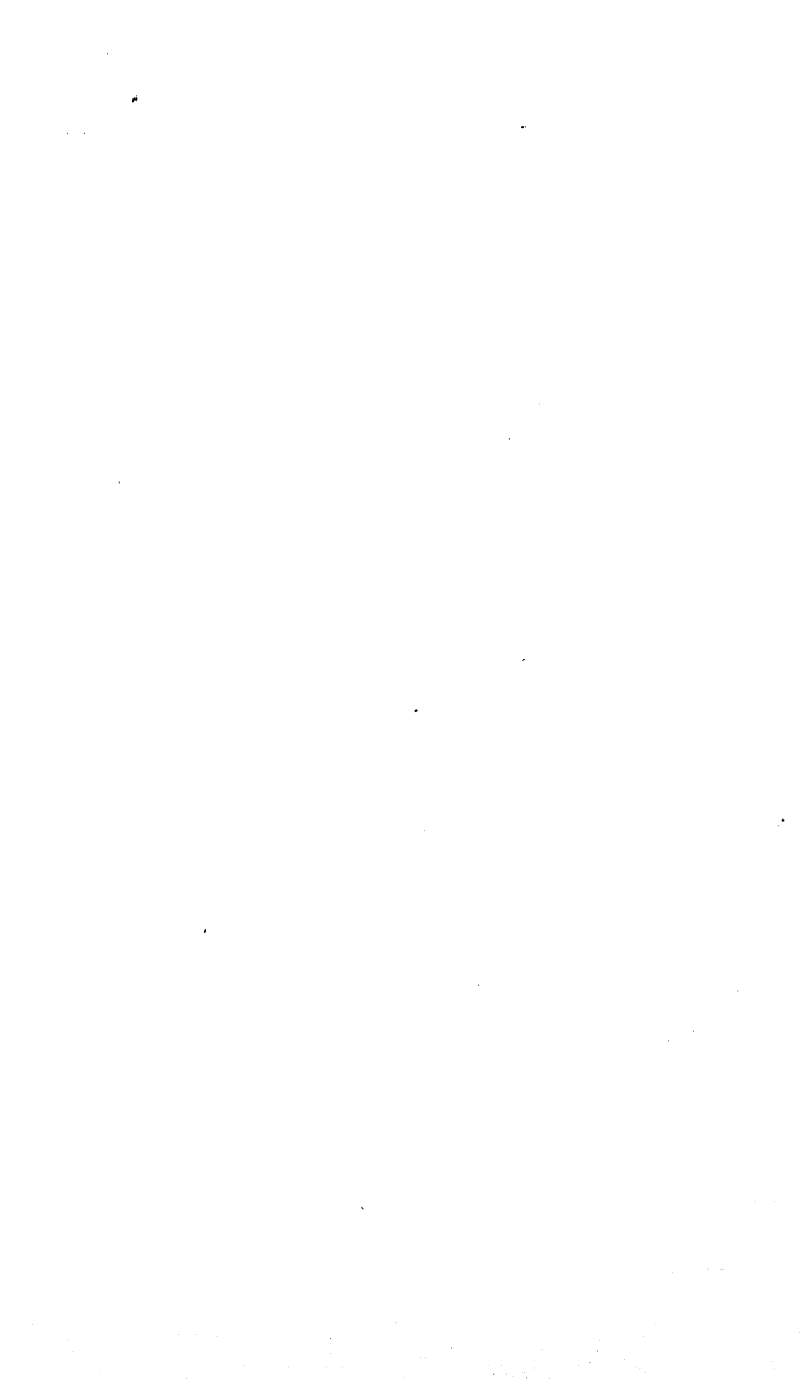


UB Braunschweig

84



2231-472-9



Das Vorkommen des Kupfers im thierischen Organismus.
J. Prof.

W. D. 578.

2231-472 3

Ueber das Vorkommen des Kupfers im thierischen
Organismus.

Von

Stud. med. **Wilhelm Blasius**

aus Braunschweig.

Bibliothek.
Collegium Carolinum.



Abdruck mit der Schrift für naturliche Medizin B. 6.

Die Frage, ob das Kupfer in der organischen Natur vorkomme oder nicht, gehört ausschliesslich den letzten 5 Jahrzehnten an. Die Vermuthung, dass das Kupfer in den Pflanzen vorkommen könne, datirt allerdings schon aus dem Jahre 1753. Urban Hierne erzählt nämlich in dieser Zeit, dass er Goldstücke besitze, die aus der Asche der Weinreben gewonnen seien¹⁾, und fügt hinzu, er halte es für wahrscheinlich, dass der Fleiss der Chemiker in späteren Zeiten auch die Existenz anderer Metalle, z. B. des Kupfers, des Zinns und des Quecksilbers, würde nachweisen können²⁾.

Aber erst in den Jahren 1814 und 1815 constatirte John in Berlin durch verschiedene Vegetationsversuche, welche er in kupferhaltigem Boden anstellte, dass jenes Metall aus dem Boden in die Pflanzen überzugehen vermochte³⁾. Die Versuche wurden nicht sofort veröffentlicht, so dass die von John gefundene Thatsache inzwischen durch Untersuchungen von Buchholz und Meissner bestätigt wurde⁴⁾, wie sie denn in den folgenden Jahren durch fernere Untersuchungen von John⁵⁾ und Meissner⁶⁾ vollständig klar dargethan ward. Durch obige Arbeiten constatirte man den Kupfergehalt verschiedener beliebig gewählter Drogen und Gewürze, und bewies auf diese Weise, dass das Kupfer nicht blos bei künstlicher Züchtung, sondern auch (und damit kam man einen Schritt vorwärts) bei natürlichem Wachsthum in den Organismus der Pflanze übergehen kann.

Das natürliche Vorkommen des Kupfers in einigen Pflanzen war bewiesen. Jetzt handelte es sich darum, darzuthun, ob das natürliche Auftreten jenes Metalls in den Pflanzen nur ein stellenweises oder ein allgemeines sei.

Die Lösung dieser Frage unternahm zunächst Sarseau in Rennes. Er untersuchte in den Jahren 1824 bis 1832 über 200 verschiedene Pflanzenarten, zum Theil von ihm selbst eingesammelt, zum Theil aus Frankreich und den übrigen Ländern Europa's und der andern Erdtheile ihm zugesandt, und constatirte, dass in keiner derselben das Kupfer fehlte, wenn es bisweilen auch nur in geringer Menge nachzuweisen war ⁷⁾. Allerdings wurde Sarseau's Behauptung sehr bald durch Chevreul angezweifelt ⁸⁾, und Boutigny zu Evreux veröffentlichte 1833 verschiedene Untersuchungen, bei denen er jenes Metall bisweilen hatte nachweisen können, bisweilen aber nicht ⁹⁾. Auf diese negativen Angaben brauchen wir jedoch sehr wenig Gewicht zu legen. Denn Sarseau wies ausdrücklich darauf hin, dass, um das Metall wirklich aufzufinden, hinreichend Substanz zur Untersuchung genommen werden müsste, und pflegte bei seinen Arbeiten 500 bis 1500 Grms. zu gebrauchen. Boutigny kam so wenig diesen Erfordernissen nach, dass er sich z. B. mit 136 Grms. begnügte, um das negative Resultat der Analyse derselben gegen Sarseau anzuführen,

Vollständig widerlegt sind Boutigny's Einwürfe durch spätere Untersuchungen von Langlois (1847) ¹⁰⁾, Deschamps (1848) ¹¹⁾, Donny (1858) ¹²⁾, Lambert (1861) ¹³⁾, Comaille (1863) ¹⁴⁾ und Wicke (1864) ¹⁵⁾. Von schlagendster Beweiskraft sind die Untersuchungen des Letzteren. Denn indem er Mulder's Angabe, dass kleine Mengen von Kupfer in jeder Ackererde vorkämen, durch eine Reihe von Untersuchungen der verschiedensten und aus verschiedenen Gegenden Deutschlands stammenden Erden und Gesteine bestätigte, war, im Zusammenhang mit John's Vegetationsversuchen in kupferhaltigem Boden, das allgemeine Vorkommen dieses Metalls in den Pflanzen indirect bewiesen. Aber auch der directe Beweis wurde von Wicke durch eine Reihe von vergleichenden Pflanzenanalysen geführt. So ist in das allgemeine natürliche Vorkommen des Kupfers in den Pflanzen kaum mehr ein Zweifel zu setzen.

Es war wünschenswerth, soweit auf die Untersuchungen über den Kupfergehalt der Pflanzen zurückzugehen. Denn da die Pflanzen direct oder indirect den Thieren zur Nahrung dienen, lässt sich a priori daraus schon der Kupfergehalt der

Thiere ableiten, in sofern nämlich die Aufsaugung des Kupfers aus kupferhaltiger Nahrung seitens des thierischen Organismus keinem Zweifel unterliegt. Zugleich sind wir dadurch besser in den Stand gesetzt, die Analysen, welche im Laufe der letzten Jahrzehnte zur Bestätigung des allgemeinen Vorkommens des Metalls in den Thieren ausgeführt sind, im Zusammenhang darzustellen. Dies wird unsere nächste Aufgabe sein.

Während John bei dem Gedanken, dass durch das Geniessen von kupferhaltigen Pflanzen der menschliche Körper sich vergiften könnte, in grosse Besorgnisse über die Schicksale der Menschheit geräth¹⁶⁾, hält Sarseau (1830) die Kupferaufnahme aus den als Speise genossenen Pflanzen von Seiten des Menschen und der Thiere für etwas ganz Natürliches¹⁷⁾. Schon Sarseau suchte diese Ansicht durch die Auffindung des Kupfers in thierischer Substanz zu bestätigen. Er untersuchte zu diesem Zwecke 4286 Grm. Ochsenblutes. Dasselbe wurde eingedampft und zu 26,73 Grm. Asche verbrannt. Die Asche enthielt 0,003 Grm. Kupfer. So war zum ersten Male im thierischen Gewebe dieses Metall natürlich enthalten nachgewiesen. Vauquelin soll allerdings, wie Sarseau in demselben Artikel behauptet, schon früher im Blute, sowie in den Pflanzen das Kupfer gefunden haben. Diese Entdeckung wurde nur aus dem Grunde nicht veröffentlicht, weil der Entdecker auf den Kupfergehalt, wie auf einen zufälligen, keinen Werth legte. Aus dem Vorkommen des Metalles im Blute konnte natürlich auf das Vorkommen in den übrigen Organen geschlossen werden.

Wie wir schon oben erwähnten, wurde Sarseau von Chevreul im Jahre 1832 wegen seiner Untersuchungen angegriffen, und zwar durch den Verdacht, als sei in die von Sarseau untersuchten Gegenstände das Kupfer nicht auf natürlichem Wege gelangt, sondern durch die Behandlung von Seiten der Arbeiter, Fleischer, Kauflente u. s. w., bevor die Sachen in Sarseau's Hände gekommen seien. Zur Begründung dieser Ansicht gab er an, in denjenigen Fleischstücken, die er mit eigener Hand unter möglichster Vorsicht dem eben geschlachteten Thiere entnommen hatte, keine Spur Kupfer nachzuweisen im Stande gewesen zu sein¹⁸⁾. Hiermit trat er zugleich gegen die Commission auf, welche zur Prüfung der Fleischbrühe der holländischen Compagnie vom Institute ernannt war und zu diesem Zwecke die verschiedensten Fleischarten der Fleischerläden untersucht und überall das Metall nachgewiesen hatte und zwar in einer constanten Menge von ungefähr 0,0001 Proc.¹⁹⁾.

Zunächst wusste sich Sarseau nur durch die Frage zu rechtfertigen, wie es käme, dass die so verschiedene Behandlung der untersuchten Gegenstände, vorzüglich diejenige des Fleisches, so regelmässig immer eine constante Menge Kupfer in dieselben brächte. Sollte das nicht einen künstlich zugebrachten Kupfergehalt, der jedenfalls von wechselnder Grösse sein müsste, vollständig ausschliessen ²⁰⁾? — Später brachte Sarseau aber noch positive Beweise für die Fehlerlosigkeit seiner Untersuchungen bei, indem er mit allen den Vorsichtsmassregeln, welche Chevreul vorgeschrieben hatte, das Fleisch vom Ochsen, Hammel und Kalbe untersuchte ²¹⁾. Von jeder Sorte nahm er 850 Grm. und fand einen Kupfergehalt derselben von 0,0001 $\frac{1}{10}$, also vollständig übereinstimmend mit den Resultaten der Commission. Dabei versichert er, die pedantischsten Vorsichtsmassregeln hinsichtlich des Filtrirpapiers, der Gefässe und der Reagentien angewandt zu haben, so dass kein Zweifel in die Correctheit seiner Untersuchungen möglich ist.

Im Jahre 1838 veröffentlichte ferner Orfila die Resultate von verschiedenen Untersuchungen menschlicher Organe, aus denen er den Schluss zog, dass das Kupfer ein integrierender Bestandtheil des menschlichen Körpers sei und „normal“ in allen festen Geweben des Körpers vorkomme. Zur selben Zeit kündigte Devergie an, er habe in verschiedenen Organen von plötzlich gestorbenen Menschen, auch in einem Neugeborenen, das Kupfer nachweisen können ²²⁾. Die ausführlichen, mit Hervy zusammen angestellten Untersuchungen, die Devergie 1840 veröffentlichte ²³⁾, sollen, tabellarisch zusammengestellt, hier wiedergegeben werden; die erste Columnne enthält das Gewicht der aus der Substanz dargestellten Menge von schwefelsaurem Kupferoxyd, die zweite dagegen von schwefelsaurem Bleioxyd. Sehr interessant ist der Umstand, dass bei den ersten Untersuchungen das Kupfer fast überall dem Blei vorwiegt, während bei dem an Bleivergiftung gestorbenen Manne in allen Organen das Verhältniss umgekehrt ist, obgleich im Ganzen nur sehr geringe Bleimengen aufzufinden waren, ein Umstand, durch den die Correctheit der quantitativen Bestimmung auffallend bestätigt wird:

	CuO,SO ₃	PbO,SO ₃
Neugeborenes Kind: Darmkanal	0,001 Grm.	0,001 Grm.
Achtjähriges Kind: Magen	0,005 „	0,004 „
Vierzehnjähriges Kind: Darmkanal . .	0,030 „	0,025 „
Erwachsene Frau: Magen	0,025 „	0,020 „
Eingeweide	0,035 „	0,030 „
Desgl.	0,046 „	0,040 „
Erwachsener Mann: Eingeweide	0,037 „	0,025 „
Desgl.	0,040 „	0,035 „
Gallenblase	0,002 „	0,003 „
Mann, an Encephalopath. saturn. ge-		
storben: Magen	0,020 „	0,030 „
Lungen	Spuren	Spuren
Nieren	0,001 „	0,002 „
Faeces	0,030 „	0,023 „
Galle und Gallenblase . .	0,001 „	0,004 „
Harnblase	0,003 „	0,005 „
1 Pfd. Muskelfleisch. . . .	0,024 „	0,026 „
7 Unz. Blut	0,044 „	0,050 „

Gegen diese ausgezeichneten Resultate von Devergie's und Hervy's Untersuchungen traten zunächst Danger und Flandin auf, indem sie, gestützt auf einige Untersuchungen mit negativen Resultaten, behaupteten, das Kupfer könne, da es ein Gift sei, niemals natürlich im menschlichen und thierischen Organismus vorkommen ²⁴⁾. Wie wenig stichhaltig dieser Grund ist, braucht nicht erst hervorgehoben zu werden, zumal da die nächsten Jahre constatiren sollten, wie viel Kupfer in dem normalen Blute mehrerer niederer Thiere vorkommt. Um sich und seine Untersuchungsweise gegen Danger und Flandin zu vertheidigen, stellte Devergie später eine genaue Prüfung seiner Reagentien an, und begann mit diesen eine neue Untersuchung, wobei er constatirte, dass das Kupfer vorzugsweise in dem festen Gewebe enthalten sei ²⁵⁾. Inzwischen war auch Orfila gegen Danger und Flandin aufgetreten; Barse hatte in zwei Cadavern das Metall nachweisen können; Rossignon hatte ohne Ausnahme im Blute und in der Muskelsubstanz Kupfer gefunden (in der Knochengallerte 0,03 %). Aehnliche Untersuchungen stellten mit demselben Erfolge Follin and Laneaux an. Später wies Bartossi das Kupfer in den Gallensteinen nach, was bald darauf von Heller und Gorup-Besanez bestätigt ward. Auch Branson's Behauptung, dass jenes Metall in gesunder Menschengalle vorkäme, wurde durch Gorup-Besanez bei der Unter-

suchung dreier verschiedener Menschengallen bestätigt²⁶). Ferner sind aus dieser Zeit verschiedene bestätigende Untersuchungen Lefortier's zu erwähnen. Im Jahre 1847 entdeckte Harless in dem Blute verschiedener niederer Thiere eine grosse Menge Kupfer²⁷). von Bibra vervollständigte die Untersuchungen an niederen Thieren und bewies, dass die Menge des Kupfers im Blute der von ihm untersuchten Thiere umgekehrt proportional der Menge des Eisens sei²⁸). Legrip stellte verschiedene Untersuchungen mit der Asche von Leber, Milz und anderen Organen an und betrachtete das regelmässig darin gefundene Kupfer (in 3300 Asche von der Leber und Milz 2,7 Blei und 4,5 Kupfer, und in 8700 Asche von Organen einer Kuh 3,2 Blei und 8,2 Kupfer) als ein „normal“ enthaltene²⁹). Orfila untersuchte ferner die Leber stets mit Erfolg auf Kupfer³⁰). Auch Chevallier fand in den meisten Fällen jenes Metall im normalen Organismus³¹).

Das Jahr 1848 brachte einen heftigen Streit zwischen Millon und Melsens, welcher deshalb ausführlich berücksichtigt werden muss, weil Melsens in der That gewichtige Gründe gegen das allgemeine Vorkommen des Kupfers anführt, welche möglichst zu widerlegen unsere Aufgabe sein wird. Nachdem Millon behauptet hatte, zu verschiedenen Malen im Blute, das er mit Chlor zerstörte, Blei, Kupfer, Mangan und Silicium gefunden zu haben³²) (er fand z. B. im Serum von 1000 Grm. Blut 0,003 und im Blutkuchen derselben Blutmenge 0,083 Grm. Kupfer und Blei, woraus in Uebereinstimmung mit Orfila's und Devergie's Resultaten folgt, dass das Kupfer zum grössten Theile in dem festen Gewebe und nicht in den Flüssigkeiten des thierischen Organismus enthalten sei), stellte Melsens mit dem Blute von 9 Frauen, 4 Männern, 1 Hunde und 7 Pferden verschiedene Versuche an, welche ein negatives Resultat ergaben³³). Die Melsens'sche Methode der Untersuchung war die, dass er das Blut bedeutend verdünnte und dann durch Chlor zerstörte. Die so entstehende breiige Flüssigkeit wurde filtrirt, das Filtrat und der Rückstand gesondert untersucht. Darauf, dass im Filtrat kein Kupfer zu entdecken war, legte Melsens das meiste Gewicht, jedoch mit Unrecht; denn die vollständige Zerstörung der festen Blutbestandtheile — und in diesen sollte nach Millon das Kupfer fast einzig enthalten sein — durch Chlor und die Auflösung des in denselben enthaltenen Kupfers ist eine sehr schwierige Arbeit, jedenfalls eine Arbeit, die sehr viel Zeit bedarf. Wackenroder, den man als eine ausgezeichnete Autorität in dieser Frage anführen kann, sagt darüber wörtlich Folgendes: „Die

Zerstörung des Blutes und die gleichzeitige Auflösung aller vorhandenen Metalle durch Chlorgas, das in das verdünnte Blut hineingeleitet wird, erfolgt äusserst langsam“, und begründet damit die Ansicht, dass diese Methode bei Blutuntersuchungen unzweckmässig sei³⁴⁾. Wie viel Zeit nöthig ist, um ein festes Organ durch Chlor alles des Kupfers zu berauben, welches in dem festen Gewebe eingeschlossen ist, dafür kann ich ein Beispiel anführen. Auf eine Milz liess ich ungefähr 7 Stunden lang beständig Chlor einwirken, so dass das anfangs feste Organ zuletzt ein dickflüssiger Brei geworden war und aller Wahrscheinlichkeit nach alles Kupfer in Lösung gegangen sein musste. Doch zog ich es vor, neben dem Filtrat auch den Rückstand nach der Veräscherung noch weiter zu untersuchen. Die Kupferfällung war aus der Lösung der Rückstandsasche beinahe stärker noch als aus dem Filtrat³⁵⁾. — So liegt die Vermuthung nahe, dass bei den Melsens'schen Untersuchungen vielleicht das Chlor zu kurze Zeit und zu wenig intensiv auf das Blut eingewirkt hat. In diesem Falle hätte das Kupfer im Rückstande gefunden werden müssen. Hören wir, wie Melsens diesen weiter untersuchte: „Der feuchte Brei wurde bis zur Trockne abgedampft, mit Schwefelsäure und Salpetersäure calcinirt und dann mit Königswasser ausgezogen.“ In der Art der Behandlung des Rückstandes liegt mithin kein Grund der Annahme, dass das Kupfer wirklich in demselben enthalten und nur nicht in Lösung gegangen sein sollte, wenngleich eine nicht vollständige Zerstörung der organischen Substanz bei der Calcination nicht zu den Unmöglichkeiten gehört, zumal da Melsens selbst auf die Untersuchung des Rückstandes keinen grossen Werth legte. Doch von diesen Möglichkeiten müssen wir absehen; wir müssen uns an das Factum halten, dass Melsens bei einer anscheinend correcten Untersuchungsmethode kein Kupfer nachzuweisen im Stande war. Gehen wir aber nun die einzelnen Untersuchungen Melsens' durch, so sehen wir, dass die obige correcte Methode nur bei den wenigsten angewandt ist. Meistens „wurde der Brei ausgelaugt durch kochendes Wasser (épuisées par l'eau bouillante), die Flüssigkeit filtrirt, concentrirt“ u. s. w. Dass auf diese Weise kein Kupfer in Lösung geht und gehen kann, ist leicht begreiflich. So ist es klar, dass die negativen Resultate der Melsens'schen Untersuchungen längst nicht die Bedeutung haben, die ihnen bisweilen zugeschrieben ist. — Melsens führt aber ferner gegen Millon an, dass Cossi³⁶⁾ in dem Blute eines an Bleikolik Leidenden das Blei im Serum und nicht im Blutkuchen gefunden habe, wo Millon es zumeist

gefunden zu haben behauptete. Millon's Untersuchung bezog sich auf normales, Cossi's auf abnormes Blut. Dass ein Unterschied zwischen beiden stattfindet, ist nicht nur nicht auffallend, sondern ganz natürlich. Die beiden Analysen bestätigen nur die von Orfila und Devergie³⁷⁾ gefundene Thatsache, dass die natürlich enthaltenen Schwermetalle zum grössten Theile im festen Gewebe, die künstlich (z. B. durch Vergiftung) eingebrachten in der thierischen Flüssigkeit sich befinden. — Besonderen Werth legt Melsens ferner auch auf verschiedene Versuche, welche darin bestehen, dass er solche kleine Mengen von Kupfer und Blei, wie sie Millon im Blute gefunden zu haben behauptete, nachdem er sie künstlich hineingebracht, wieder aufzufinden vermochte, während die nach Millon „natürlichen“ Mengen dieser Metalle nicht aufzufinden seien. Dies versteht sich bei der Methode, die Melsens zur Untersuchung anwandte, von selbst. Melsens zerstörte ja, wie wir sahen, weder bei der ersten Behandlung mit Chlor, noch bei den späteren Operationen die Blutkörperchen vollständig. Dieser Umstand ist aber bei der Auffindung der natürlich enthaltenen Metalle sehr hinderlich, bei derjenigen der künstlich eingebrachten dagegen ohne jegliche Bedeutung.

Soviel über und gegen Melsens' heftigen Angriff auf Millon. Letzterer begnügte sich, eine andere Methode, nämlich die der Verbrennung, anzuwenden, auf welche Weise er noch verschiedene bestätigende Resultate bekam³⁸⁾. Später hat Millon erklärt, dass sich seine Untersuchungen zum Theil auf das Blut von Soldaten bezogen hätten, die kupfernes Kochgeschirr besessen; es sei möglich, dass das Kupfer auf diese Weise in das Blut gelangt sei³⁹⁾. Es ist dies eine Vermuthung, die später von Wackenroder⁴⁰⁾ und Oidtmann⁴¹⁾ verallgemeinert wurde und bis in die neueste Zeit in den Lehrbüchern der physiologischen Chemie⁴²⁾ herrscht. Weiter unten ist es nöthig, darauf zurückzukommen.

Im Jahre 1849 behauptete Deschamps bei Gelegenheit der oben erwähnten Untersuchungen an Pflanzen, das Kupfer komme normal im Blute vor⁴³⁾, und führte in einer späteren Veröffentlichung sechs verschiedene mit der grössten Sorgfalt ausgeführte Blutanalysen an, welche seine Behauptung begründen sollten⁴⁴⁾ (er fand das Metall in 162, 200, 300, 315, 380, 472 Grm. Blut). Ferner untersuchte Cottureau 450 Grm. menschlichen Blutes und fand eine geringe Menge Kupfer darin⁴⁵⁾. Genth vervollständigte die Untersuchungen Harless' und von Bibra's an niederen Thieren, indem er den Kupfergehalt von *Limulus Cyclops* nachwies⁴⁶⁾. Im folgenden Jahre

gelangte Burin du Buisson in einer ausführlichen Abhandlung über das Blut zur Ueberzeugung, dass Mangan, Blei und Kupfer im normalen Blute enthalten seien⁴⁷⁾.

Im Jahre 1853 nahm Wackenroder die Frage auf. Er hatte in einem Leichnam, der ihm zur gerichtlich chemischen Untersuchung überliefert war, Kupfer gefunden und war gezwungen, zu entscheiden, ob dies von einer Vergiftung herrühre oder natürlich enthalten gewesen sei⁴⁸⁾. Bei der Würdigung der über diese Frage schon bekannten Thatsachen⁴⁹⁾ kam er zur Ueberzeugung, dass das natürliche Vorhandensein kleiner Mengen fremdartiger Metalle im menschlichen Körper möglich, aber nicht nothwendig sei. In dieser Ansicht wurde er bestärkt durch sechs Untersuchungen, welche er in seinem Laboratorium durch verschiedene Praktikanten ausführen liess⁵⁰⁾. Da auf diese von Wackenroder sehr viel Gewicht gelegt wird, ist es nöthig, dieselben näher zu besprechen:

1. Der Blutkuchen von einer Obertasse Venenblut, mit chloresaurom Kali und Salzsäure zerstört, giebt deutliche Kupferspuren.
 2. Drei Tassen Venenblut, ebenso behandelt, geben „vielleicht“ kein Kupfer.
 3. 7 Unz. Hammelblut
 4. 8 „ Ochsenblut
 5. 3 „ Hähnchenblut
 6. 8 „ Entenblut
- } geben kein Kupfer.
6. 8 „ Entenblut geben sehr viel Kupfer.

Der 1. und 6. Versuch spricht für, der 2. nicht gegen das allgemeine Vorkommen des Kupfers. Es bleiben die Versuche 3., 4. und 5. zu beurtheilen. Dass man bei diesen keine Spur von Kupfer gefunden hat, erklärt sich vielleicht aus einer mangelhaften Zerstörung des Blutes durch das sich aus Salzsäure und chloresaurom Kali entwickelnde Chlorgas (vergl. das oben angeführte Beispiel der Milz); vielleicht auch aus der zu geringen Menge der Substanz, welche man der Untersuchung unterwarf. Jedenfalls sind diese Versuche verschwindend unbedeutend gegen die vielen Untersuchungen, welche mit grösseren Blutquantitäten angestellt sind und bis auf Melsens' Arbeiten nie ein negatives Resultat ergeben haben. Der Umstand, dass man aus 8 Unzen Entenblut sehr viel Kupfer erhielt, während dieselbe Quantität Ochsenblut gar keinen Kupfergehalt zeigte, deutet auf eine künstliche Aufnahme von Kupfer durch die Ente, der dieses dicht über der Erde lebende und fast beständig im Schlamm wühlende Thier mit gemischter Nahrung vor Allem ausgesetzt ist, eine Vermuthung, zu der Wackenroder selbst sich hinneigt.

So zieht denn auch Letzterer aus den obigen Untersuchungen folgende Schlussfolgerungen: Der Mensch und diejenigen Haus-thiere, welche von gemischter Nahrung leben, können bis-
weilen grössere Mengen von Kupfer enthalten; diejenigen Haus-
thiere jedoch, welche von rein vegetabilischer Nahrung leben,
enthalten kein, oder doch nur so wenig Kupfer, dass es in
weniger als einem halben Pfund Blut nicht nachzuweisen ist.
Fasst man diese letztere Beschränkung richtig auf, so wider-
spricht Wackenroder selbst nicht einmal einer allgemeinen
Verbreitung des Kupfers durch das Thierreich, und diese Au-
torität wurde bis jetzt gerade sehr häufig gegen das allgemeine
Vorkommen jenes Metalles im Thierreich angeführt.

Die nächste Untersuchung über den Kupfergehalt der Thiere
und Menschen wurde im Jahre 1858 von Oidtmann ausge-
führt⁵¹⁾. Er fand in der

Kupferoxyd.

Leber eines geisteskranken Mannes (1495 Grm.)	0,0006 Proc.
Milz desselben (198 Grm.)	0,0005 „
Milz einer geisteskranken Frau (115 Grm.)	0,0004 „
Leber eines Mannes mit Marasmus sen. (475 Grm.)	kein Kupfer
Milz desselben (175 Grm.)	Spur Kupfer.

Ferner untersuchte er 2 Krähenlebern von zusammen 110,45 Grm.
Gewicht, ohne Kupfer darin nachweisen zu können. In der
Leber eines Kaninchens war das Kupfer nicht zu entdecken,
während die Milz und die Nieren desselben verhältnissmässig
grosse Quantitäten des Metalles enthielten. Auch bei diesen
Untersuchungen liegt die Vermuthung nahe, dass die wenigen
negativen Resultate darin ihren Grund haben, dass zu geringe
Menge Substanz zur Untersuchung gewählt war. Auch können
bei der Analyse selbst, die von Oidtmann zum Zweck der
quantitativen Bestimmung aller anorganischen Bestandtheile
und nicht allein zur Bestimmung des Kupfers ausgeführt wurde,
und mithin die verschiedensten Operationen erforderte, beein-
flussende Verhältnisse stattgefunden haben. Denn die Aschen-
analysen von thierischen Substanzen bieten zu viele Schwierig-
keiten, als dass sie vollständig genau und fehlerfrei bis auf
diese Miniaturbestandtheile ausgeführt werden könnten.

Im Jahre 1863 erwähnt Stolba gelegentlich der Ankün-
digung einer neuen Art und Weise, die Flammenreaction auf
Kupfer deutlicher hervortreten zu lassen, dass es ihm gelungen
sei, mit Leichtigkeit auf diese Weise das Kupfer im Blute
nachzuweisen⁵²⁾. Im folgenden Jahre endlich fügte Wicke
die Untersuchung von Guano und Kuhmilch hinzu⁵³⁾. Er fand
in der Asche von

Kupferoxyd.

Guano 0,012 Proc.

Kuhmilch (7 Grm.) . . . 0,027 „

So weit die Geschichte der Kupferfrage von den ersten Anfängen bis zum Ende des vorigen Jahres. Selbst auf die Gefahr hin, zu weitschweifig zu werden, habe ich es für nöthig gehalten, die wichtigsten Notizen, welche man in den Zeitschriften und Büchern über diese Frage findet, mit möglichster Genauigkeit zusammenzustellen. Denn zunächst kann man durch eine solche Zusammenstellung beweisen, wieviel die Vergangenheit schon in dieser Frage geleistet hat; ferner aber zeigt dieselbe, wieviel schwerer schon der Zahl nach die den Kupfergehalt des thierischen Organismus bejahenden, als die verneinenden Untersuchungen in die Wagschale der Entscheidung fallen, und endlich lehrt sie die an Zahl schon geringeren negativen Resultate ihrem innern Werthe nach möglichst würdigen. So zahlreich und so beweisend sind allerdings die bis dahin bekannten bejahenden Resultate nicht, dass nicht noch eine jede neue Untersuchung, selbst die geringste, einen Werth, wenn auch nur einen statistischen, hätte. Sehr gern unterzog ich mich daher der mir von Herrn Professor Wicke in Göttingen vorgeschlagenen Arbeit, die Untersuchungen über diesen Gegenstand in seinem Laboratorium fortzusetzen.

Die von mir gefundenen und bereits in einer kurzen Notiz veröffentlichten ⁵⁴⁾ Resultate will ich zunächst tabellarisch zusammenstellen:

Untersuchte Substanz.	Gewicht derselben.	Procentgehalt an Kupferoxyd und Bleioxyd.
1. Blut von einem Ochsen	1865 Grm.	0,0007 Proc.
2. Leber von einem andern Ochsen c.	300 „	0,0011 „
3. Milz von einem Kalbe	227 „	0,0004 „
4. Leber von einem Hammel	474 „	0,0008 „
5. Niere von einem Schwein	112 „	0,0010 „
6. Milz von einem andern Schwein.	193 „	0,0009 „
7. Leber eines Mannes	1440 „	nur qualitativ nachgewiesen
8. Milz desselben	101 „	0,0007 „
9. Nieren desselben	200 „	0,0007 „
10. Herz desselben	c. 200 „	c. 0,0007 „
11. Eigelb von mehren Hühnereiern	114 „	0,0007 „
12. Eiweiss von denselben	106 „	0,0009 „

Untersuchte Substanz.	Gewicht derselben.	Procentgehalt von Kupferoxyd und Bleioxyd.
13. Eine jung gefangene Anas Boschas	c. 320 Grm.	c. 0,0010 Proc.
14. Ein aus dem Nest genommener junger Milvus regalis	c. 250 „	c. 0,0011 „

Ueber den Gang, welcher bei der Untersuchung befolgt wurde, möge Folgendes bemerkt werden. Die Substanz wurde zunächst in einer Porzellanschale so scharf ausgetrocknet, dass sie zu verkohlen anfangt. Alsdann suchte ich durch stärkeres Erhitzen, was meistens in der Platinschale bewerkstelligt wurde, eine weitere Zerstörung herbeizuführen. Es war nicht daran zu denken, auf diese Weise schon eine für die weitere Untersuchung brauchbare Asche zu erhalten. Deshalb wurde der kohlige Rückstand mit Wasser so lange extrahirt, bis die Alkalisalze entfernt waren. Das Kupfer geht durchaus nicht in den Wasserauszug über. Nach dem Trocknen des Rückstandes konnte die Kohle leicht durch Glühen vollständig verbrannt werden, und es resultirte nun meistens eine weissliche Asche. In dieser befand sich jetzt das Kupfer und das etwa vorhandene Blei. Um es zu isoliren, wurde die Asche in Salzsäure gelöst und die Lösung mit Schwefelwasserstoff gesättigt. Es währt gar nicht lange, so färbt sich bei Gegenwart von Kupfer die Lösung bräunlich von gefällttem Schwefelkupfer, was freilich zunächst noch in der ganzen Flüssigkeit. Man braucht aber nur das Ganze mehrere Stunden lang an einem mässig warmen Orte der Ruhe zu überlassen, so hat sich der Niederschlag so vollständig abgesetzt, dass man meistens die überstehende Flüssigkeit durch Abgiessen entfernen kann. Gesammelt auf einem kleinen Filter und mit Schwefelwasserstoff-haltigem Wasser gewaschen, kann man das Schwefelkupfer nach dem Trocknen durch Glühen in Kupferoxyd überführen und solches dem Gewichte nach bestimmen.

Die Reactionen zur weiteren Bestimmung des Metalls bestehen zunächst darin, dass man eine ganz geringe Menge des Oxyds mit Salzsäure am Platindraht befeuchtet, in dem Saum der Flamme auf die grüne Färbung der letzteren prüft. Diese Reaction wird an Empfindlichkeit kaum von einer andern übertroffen.

Löst man vollends das rückständige Oxyd in etwas Salzsäure, so verräth die grüne Farbe der Lösung ebenfalls das Kupfer.

Beim Uebersättigen der Lösung mit Ammoniak nimmt diese eine lasurblaue Färbung an, giebt dann aber beim Wieder-

ansäuern mit Salzsäure auf Zusatz von gelbem Blutlaugensalz die bekannte Reaction von Kupfereisencyanür.

Was das Blei anbetrifft, so wurde dasselbe nur zuweilen durch die Löthrohr-Reaction, als dem Kupfer in geringer Menge beigesellt, nachgewiesen.

Dass ich bei meinen Untersuchungen mit der grössten Vorsicht verfuhr und namentlich alle kupfernen Geräthe fern hielt, kann ich versichern. Die oben angeführten Resultate von 1 bis 10 haben eigentlich nur einen statistischen Werth. Sie constatiren den Kupfergehalt im Menschen und in einer Reihe von Hausthieren (im Ochsen, Kalbe, Hammel und Schwein) und bestätigen auf diese Weise das schon früher gewonnene Resultat, dass der Mensch und die Hausthiere in ihrem Organismus Kupfer enthalten. Zugleich wird dadurch Wackenroder's Behauptung widerlegt, dass nur solche Hausthiere, welche gemischte Nahrung genössen, deutliche Kupfermengen enthielten⁵⁵⁾. Bei allen Hausthieren, und ebenso beim Menschen, bleibt es nach diesen Untersuchungen noch zweifelhaft, ob sie das Kupfer auf natürlichem oder künstlichem Wege aufnehmen, d. h. ob sie es sich allein aus der ihnen von der Natur vorgeschriebenen oder aus der ihnen durch die Cultur gebotenen Nahrung, oder aus beiden zugleich aneignen. Dass der Gebrauch von kupfernen Geräthschaften u. s. w. einen grossen Einfluss auf den Kupfergehalt der Speisen, mithin auf die Kupferaufnahme seitens der Hausthiere, ausübt, wurde durch Remer⁵⁶⁾, Christison⁵⁷⁾, Eller⁵⁸⁾, Boutigny⁵⁹⁾, Andourd⁶⁰⁾ und Andere zur Genüge bewiesen, so dass bei unseren jetzigen häuslichen Verhältnissen der erste Fall vollständig ausgeschlossen erscheint. Die Alternative zwischen den beiden letzteren Fällen lässt sich aber bei den Hausthieren aus denselben Gründen schwer entscheiden. Denn es wird sich kaum ein Versuch anstellen lassen, in dem man einen Menschen oder ein Hausthier sich nur durch die von der Natur ihm gebotene Nahrung ernähren liesse und zugleich alle häuslichen und künstlichen Einflüsse fern hielte.

Aber wir können den Versuch auf eine andere Weise anstellen: Wilde, in der freien Natur lebende Thiere haben (wenigstens findet das in der unendlichen Mehrzahl der Fälle statt) nur mit natürlicher Nahrung zu thun. Unabhängig von den kupfernen Geräthschaften der menschlichen Wohnungen, verzehren sie Pflanzen und Thiere, die selbst wieder in der unendlichen Mehrzahl der Fälle ein von menschlichen Einrichtungen unabhängiges Leben geführt haben. Wenn man nun in solchen wildlebenden Thieren die Gegenwart des Kupfers

zu constatiren im Stande ist, so kann man daraus den Schluss ziehen, dass auch die Hausthiere allein schon aus der ihnen durch die Natur gebotenen Nahrung Kupfer in sich aufnehmen. Zugleich aber würden wir, durch derartige Untersuchungen und ganz analoge Schlüsse geleitet, den engen Kreis der Hausthiere verlassen und das allgemeine Vorkommen des Kupfers durch das ganze Thierreich darzuthun vermögen.

Zu diesem Zwecke untersuchte ich zwei Thiere (Nr. 13 u. 14 in der obigen Tabelle), welche, beide jung, offenbar niemals direct in ihrer Ernährung unter menschlichen Einflüssen gestanden hatten. Aber auch ein indirecter Einfluss ist aller Wahrscheinlichkeit nach ausgeschlossen, denn beide waren sie in von menschlichen Wohnungen entfernten Gegenden aufgewachsen. — Das eine, eine junge Ente, wurde im Drömling eingefangen und wohl verpackt meinem Vater, dem Professor Blasius in Braunschweig, zugeschiedt. — Das andere, ein junger Gabelweih, wurde von einem zuverlässigen Manne einem Horste entnommen, welcher, weit entfernt von menschlichen Wohnungen, in einem Holze aus der Umgegend von Sophienthal bei Braunschweig stand; das Thier ward, noch lebend, in Braunschweig bei meinem Vater abgeliefert. — Eine künstliche Zuführung des Kupfers gehörte in diesen Fällen zu den grössten Unwahrscheinlichkeiten, und dabei waren in beiden Thieren verhältnissmässig grosse Mengen des Metalls nachzuweisen.

Dieser Untersuchungen müssen noch mehr angestellt werden, um ganz sicher zu gehen. Bis auf Weiteres kann man aber, diesen Resultaten gemäss und zugleich gestützt auf die ausgedehnten Untersuchungen von Ulex, welche weiter unten Erwähnung finden sollen, ein allgemeines natürliches Vorkommen des Kupfers im Thierreich annehmen, und in diesem Falle ist es erlaubt, das Kupfer als ein „normal“ im Thierreiche vorkommendes Metall anzusehen, selbst wenn man vor der Hand eine physiologische Bedeutung desselben im thierischen Organismus noch nicht anzugeben vermag.

Die physiologische Bedeutung des Kupfers für den thierischen Organismus, auf die wir zum Schluss noch eingehen müssen, ist eine Frage, die kaum Vermuthungen, geschweige denn eine Entscheidung zulässt. Der Umstand, dass das Kupfer in der Milch (nach Wicke) und in den Hühnereiern (nach Ulex und Nr. 11 und 12 der obigen Tabelle) vorkommt, beides Substanzen, welche das nothwendigste Nahrungsmaterial in concentrirtester Form enthalten, kann schon eine physiologische Bedeutung vermuthen lassen. Oidtmann hat zuerst

diese Frage etwas eingehender behandelt ⁶¹⁾. Er meint, zur Entscheidung sei es zunächst nöthig, zu constatiren, ob die Gegenwart in den Organen constant und die Menge proportionirt sei. Ein solches constantes Verhältniss hat Oidtmann in den Gallensteinen, welche er aus der Virchow'schen Sammlung untersuchte, gefunden und darauf die Vermuthung gegründet, das Metall könne bei der Pigmentbildung von Einfluss sein. Eine noch grössere Bedeutung, meint Oidtmann, könne vielleicht aufgefunden werden, wenn erst einmal die Constanz jenes Metalls in den Organen bewiesen sei. Wenn aber Oidtmann ferner behauptet, dass das Kupfer vorzugsweise in Secretions- und Excretionsorganen, und nicht, oder doch nur selten, in der Milz hätte nachgewiesen werden können, womit er einen Einfluss des Kupfers bei der Blutbildung als unwahrscheinlich hinstellen will, so widersprechen dieser Behauptung sowohl die früheren, zum Theil von ihm selbst angestellten, als auch die von mir ausgeführten Untersuchungen. Ein grosser Unterschied hinsichtlich der Menge, in der das Kupfer in Leber, Nieren und Milz gefunden würde, ist bei keiner Reihe von Untersuchungen zu constatiren, und es musste im Gegentheil auffallend erscheinen, mit welcher Constanz das Metall stets in der Milz auftrat. In wie weit aber aus diesem Umstande Schlüsse für die Mitwirkung des Kupfers bei der Bildung der Blutkörperchen zu ziehen sind — wage ich nicht zu entscheiden. Besonders hervorgehoben zu werden verdient an dieser Stelle noch die mit so grosser Sorgfalt angestellte Untersuchung Millon's und seine darauf gegründete Behauptung, dass das Kupfer des Blutes fast einzig und allein in den Blutkörperchen enthalten sei ⁶²⁾. Es scheint sehr der Mühe werth, durch weitere Untersuchungen festzustellen, in wie weit Millon's Behauptung sich als richtig erweist. Nicht minder interessant ist der Umstand, dass der Kupfergehalt bei den niederen Thieren so auffallend grösser ist, als bei den Thieren höherer Ordnung. Hat schon v. Bibra auf dies merkwürdige Verhältniss hingewiesen, so haben wir neuerdings durch Ulex weitere schätzbare Beiträge in dieser Richtung erhalten. Es scheint der grössere Kupfergehalt bei den niederen Thieren sich ganz constant vorzufinden, und möglich wäre es immerhin, dass spätere Forschungen daraus wichtige Schlussfolgerungen in Bezug auf die Respiration zu ziehen vermöchten.

Während ich an der Ausarbeitung vorstehender Mittheilungen beschäftigt war, hatte ich nur durch briefliche Benachrichtigung Kunde von den Untersuchungen Ulex's erhalten. Dieselben erschienen erst gedruckt, als ich sie in den Text

nicht mehr aufzunehmen vermochte. Dies der Grund, weshalb ich sie in einem kurzen Auszuge hier mittheile. Besonders verdienen die quantitativen Bestimmungen über den Kupfergehalt der niederen Thiere beachtet zu werden. Während die Asche von menschlicher Milz und Leber nach Oidtmann 0,04—0,06 Proc. Kupferoxyd enthält, fand Ulex in der Asche der

gemeinen Natter . .	0,135	Proc. Kupfer
spanischen Fliegen .	0,073	" "
Scolopendra italica .	1,010	" "
Helix Pomatia . . .	0,100	" "
Regenwürmer	0,019	" "
Asterias rubens . . .	0,139	" "
Tealia crassicornis . .	0,405	" "
des Badeschwammes	1,000	" "

Vergleicht man mit diesen Resultaten diejenigen von Harless, v. Bibra, Gorup-Besanez und Genth⁶⁸⁾ (der Letztere fand z. B. im Männchen von „*Limulus Cyclops*“ 0,085 und im Weibchen derselben Species 0,297 Proc. Kupferoxyd auf die Asche berechnet), so sieht man, in wie verschiedener und verhältnissmässig grosser Menge das Kupfer unter den niederen Thieren verbreitet ist. Für den letzteren Umstand spricht aber auch ferner die aus den Untersuchungen von Ulex hervorgehende Thatsache, dass häufig sehr geringe Gewichtsmengen der Substanz schon genügen, um die qualitative Kupfernachweisung auszuführen. So konnte Ulex z. B. das Metall in einem Exemplar der gemeinen Eidechse und des braunen Frosches, ferner in zwei Exemplaren der südamerikanischen Buschspinne (0,02 Grm. Asche) und des Spulwurms (0,027 Grm. Asche) leicht und unzweifelhaft nachweisen.

Citate und Bemerkungen.

¹⁾ Vergl. über Goldgehalt der Pflanzen: Sage in den *Mém. de l'Acad. d. Sc. à Paris*. 1778; Sachs von Lewenheim in *Ampelograph*; Tolleius in *Epistola itin.*; Henkel in d. *Flora saturn.*

²⁾ *Act. chem. Holm. cum Annot. J. G. Wallerii*. 1753. pag. 1—38. — Vergl. übrigens über Zinngehalt der Pflanzen: Henkel in d. *Flora saturn.* pag. 588; über Quecksilbergehalt: *Miscell. Nat. Cur. Dec. III.*, Annot. II., Obs. 59. — Ferner über Bleigehalt: Henkel in d. *Flora saturn.* pag. 591 und über Zinkgehalt: Braun und Bellingrodt.

³⁾ John, *Die Ernährung der Pflanzen etc.* Berlin 1819. pag. 250—275.

⁴⁾ Vergl. John, pag. 258.

- 5) Berlin. Jahrbuch f. d. Pharmacie, 1820. Bd. 21.
- 6) Schweiger's Jahrb. d. Chem. u. Phys., Bd. 17, pag. 340.
- 7) Ann. de Chim. et de Phys. Vol. IV. pag. 106. — Journal de Pharm.: T. 16, 1830, Août, pag. 505; T. 18, 1832, Avril, pag. 217 und 1832, Juin, pag. 332 und 1832, Novembre, pag. 653. — Pharm. Centralbl. 1830, pag. 409; 1832, pag. 319 und 1833, pag. 4.
- 8) In der Sitzung des Instituts vom 30. April 1832.
- 9) Journ. de Chim. méd. 1833, Mars, pag. 147—160. — Pharm. Centralbl. 1833, pag. 250.
- 10) Bull. de l'Acad. de Méd. T. 13, 1847, pag. 142.
- 11) Vergl. Archiv der Pharm. Bd. 58, pag. 69 und Bd. 59, 1849, pag. 192.
- 12) Compt. rend. T. 47, Nr. 14, 1858, pag. 562. — Journal für prakt. Chemie, Bd. 78, 1859, pag. 338.
- 13) Rec. des Mém. de Méd. et de Pharm. 1861, Avril.
- 14) Journ. de Pharm. et de Chim. Sér. 3, T. 43, 1863, Mars, pag. 284. — Chemisch-pharm. Centralbl. 1863, pag. 992.
- 15) Göttinger Nachrichten, Nr. 13, 1864, pag. 269. — Journ. f. Landwirthschaft, Bd. 9, 1864.
- 16) Vergl. John, pag. 275.
- 17) Journ. de Pharm. T. 16, 1830, Août, pag. 505. — Pharm. Centralbl. 1830, pag. 409.
- 18) In der Sitzung des Instituts vom 30. April 1832.
- 19) Vergl. Journ. de Pharm. T. 18, 1832, Novembre, pag. 653.
- 20) Journ. de Pharm. T. 18, 1832, Juin, pag. 332. — Pharm. Centralbl. 1833, pag. 4.
- 21) Journ. de Pharm. T. 18, 1832, Novembre, pag. 653.
- 22) Ann. d'Hygiène, 1838. — Pharm. Centralbl. 1838, pag. 924.
- 23) Ann. d'Hygiène, 1840, pag. 180—188. — Pharm. Centralbl. 1840, September.
- 24) Ann. d'Hygiène, T. 30, pag. 449. — Pharm. Centralbl. 1843, pag. 831.
- 25) Ann. d'Hygiène, Nr. 65, pag. 142—150.
- 26) Buchn. Repert. Bd. 42, pag. 145—159. — Pharm. Centralbl. 1846, pag. 570.
- 27) Joh. Müller's Archiv f. A., Ph. und w. M. 1847, pag. 148—157.
- 28) Vergl. Kopp u. Liebig, Jahresberichte f. 1847 u. 1848, pag. 871.
- 29) Journ. de Chim. méd. T. 3, pag. 251. — Jahresberichte f. 1847 u. 1848, pag. 874.
- 30) Journ. de Chim. méd. T. 3, pag. 370. — Jahresberichte f. 1847 u. 1848, pag. 874.
- 31) Journ. de Chim. méd. T. 3. pag. 375. — Jahresberichte f. 1847 u. 1848, pag. 874.
- 32) Compt. rend. T. 26, pag. 41. — Ann. de Chim. et de Phys. T. 23, 1848, Juli, pag. 372. — Archiv d. Pharm. Bd. 56, 1848, October, pag. 68.
- 33) Ann. de Chim. et de Phys. T. 23, 1848, Juli, pag. 358. — Archiv d. Pharm. Bd. 56, 1848, October, pag. 69.
- 34) Archiv der Pharm. Bd. 76, 1853, October, pag. 1.

- 35) Vergl. weiter unten Nr. 6 der Untersuchungen.
 - 36) Journ. de Pharm. et de Chim. T. 5.
 - 37) Ann. d'Hygiène, Nr. 65, pag. 142.
 - 38) Ann. de Chim. et de Phys. T. 23, 1848, Août, pag. 508.
 - 39) Ann. de Chim. et de Phys. T. 24, pag. 255.
 - 40) Archiv der Pharm. Bd. 75, 1853, September, pag. 268.
 - 41) Oidtmann, Die anorg. Bestandtheile der Leber, 1858, pag. 160—164
 - 42) Gorup-Besanez, Lehrbuch, pag. 125.
 - 43) Archiv der Pharm. Bd. 58, 1849, pag. 69.
 - 44) Archiv der Pharm. Bd. 59, 1849, pag. 192.
 - 45) Journ. de Chim. méd. T. 5, p. 179.
 - 46) Ann. de Chim. et de Pharm. T. 81, pag. 68. — Pharm. Centralbl. 1852, pag. 124.
 - 47) Sur l'existence du manganèse dans le sang humain etc. Lyon, 1852.
 - 48) Archiv der Pharm. Bd. 75, 1853, pag. 140.
 - 49) Archiv der Pharm. Bd. 75, 1853, September, pag. 157.
 - 50) Archiv der Pharm. Bd. 76, 1853, October, pag. 1.
 - 51) Oidtmann, Die anorganischen Bestandtheile der Leber, 1858. — Gorup-Besanez, Lehrbuch der physiologischen Chemie, pag. 660.
 - 52) Journ. f. praktische Chemie, Bd. 90, pag. 460.
 - 53) Göttinger Nachrichten, Nr. 13, 1864, August, pag. 275.
 - 54) Göttinger Nachrichten, Nr. 14, 1865, August, pag. 349.
 - 55) Vergl. oben pag. 259.
 - 56) Lehrbuch der poliz. gerichtl. Chemie, 1827, pag. 120.
 - 57) Treatise on poisons in rel. to med. jur. 1829, pag. 340.
 - 58) Buchn. Toxicologie, pag. 527.
 - 59) Journ. de Chim. méd. 1833, Mars. — Pharm. Centralbl. 1833, pag. 250.
 - 60) Archiv der Pharm. Bd. 53, pag. 330.
 - 61) Oidtmann, Die anorgan. Bestandtheile der Leber, 1858.
 - 62) Ann. de Chim. et de Phys. T. 23, 1848, Juli, pag. 372. — Archiv der Pharm. Bd. 56, 1849, October, pag. 68.
 - 63) Vergl. übrigens auch Schlossberger, Lehrbuch d. org. Chemie, pag. 137.
-

Gedruckt bei E. Polz in Leipzig.

2231

472



